

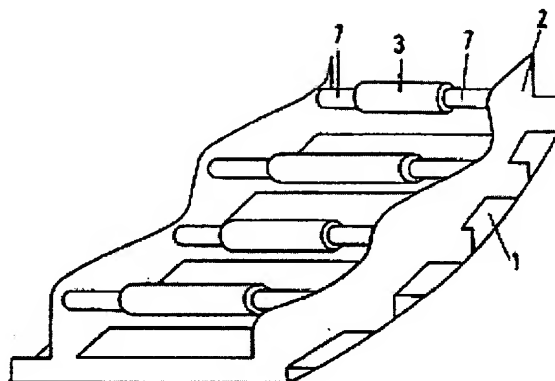
Device for controlled deformation of shell structure, e.g. aircraft support surface

Patent number: DE19709917
Publication date: 1998-04-23
Inventor: STAMM MICHAEL (DE); SIEGLING HANS-FRIEDRICH
DIPL I (DE); MARTIN WILLI DIPL PHYS DR (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: B64C3/44
- european: B64C3/48
Application number: DE19971009917 19970311
Priority number(s): DE19971009917 19970311

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19709917

Each facing side of the structure is provided with a number of boss ribs (2). The boss ribs over their entire length are connected with the shell (1) via elastic components. Between two parallel ribs an actuator (3) is arranged, which is provided with two opposing plungers (7) movable inwards and outwards, and which are connected with the corresponding ribs. The boss ribs are so corrugated that the longitudinal axes of the corrugation peaks and valleys run vertically to the shell. The actuator is so arranged that it connects two opposing corrugation valleys and two opposing corrugation peaks with one another.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 197 09 917 C 1

51 Int. Cl.⁶:
B 64 C 3/44

21 Aktenzeichen: 197 09 917.3-22
22 Anmeldetag: 11. 3. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 4. 98

D2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

73 Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:

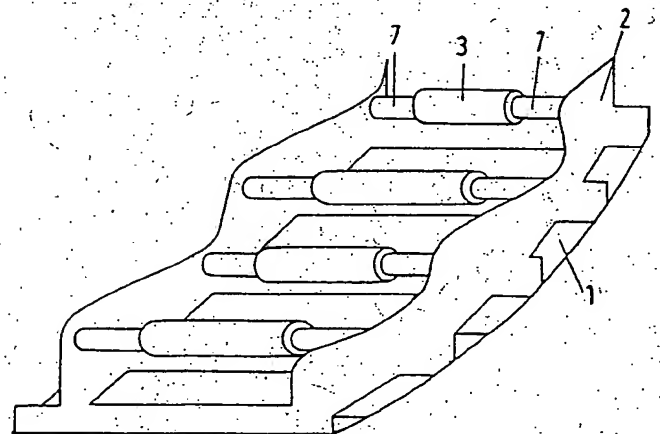
Stamm, Michael, 85298 Scheyern, DE; Siegling,
Hans-Friedrich, Dipl.-Ing., 85658 Eggening, DE;
Martin, Willi, Dipl.-Phys. Dr., 85293
Reichertshausen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-OS 28 06 594
WO 94 26 588

54 Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur

57 Die Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur, insbesondere einer Tragfläche eines Flugzeugs weist zwei im Abstand voneinander angeordnete, an ihren Längsseiten fest miteinander verbundene Schalen auf, deren jede auf ihrer der anderen Seite zugewandten Seite mit einer Vielzahl von Beulrippen versehen ist. Die Beulrippen sind über ihre gesamte Länge über elastische Bauteile mit der Schale verbunden, wobei zwischen je zwei parallel zueinander angeordneten Beulrippen ein Aktuator angeordnet ist, der mit zwei sich gegenüberliegenden ein- und ausfahrbaren Stempeln versehen ist, welche mit den zugehörigen Beulrippen verbunden sind.



DE 197 09 917 C 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 197 09 917 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur, insbesondere einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei die Schalenstruktur aus zwei im Abstand voneinander angeordneten, an eines ihren Längsseiten durch den Holm fest miteinander verbundenen gewölbten Schalen besteht, deren jede auf ihrer, der anderen Schale zugewandten Seite mit einer Vielzahl von Beulrippen versehen ist.

Eine derartige Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Veränderung des Flügelprofils eines Flugzeugs, um so die Wölbung der Schalenstruktur einer Tragfläche an unterschiedliche Flugzustände anpassen zu können.

Aus der DE-A-28 06 594 ist ein veränderbares Flügelprofil bekannt, welches eine vordere Unterklappe und oben eine Nasenklappe aufweist, die gelenkartig miteinander verbunden sind, wobei an der Nasenklappe zwei Führungsschienen befestigt sind, die mit ihrem hinteren Teil in einen kastenartigen Holm einschiebbar sind und wobei aus dem kastenartigen Holm zwei Rollenträger mit je zwei Führungsrollen nach vorne sowie je zwei Führungsrollen nach hinten vorstehen; ein Kniehebel ist schwenkbar dergestalt vorgesehen, daß ein Hebelarm über eine Gelenkstange mit dem vorderen Teil eines Gelenkmechanismus verbunden ist und dessen anderer Hebelarm in Wirkverbindung mit der vorderen Unterklappe steht.

Diese bekannte Vorrichtung zur Veränderung eines Flügelprofils ist kompliziert im Aufbau und äußerst störanfällig.

Aus der internationalen Patentanmeldung WO 94/26 588 ist eine Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur und insbesondere einer Tragfläche eines Flugzeugs bekannt, wobei zwischen den beiden, die Tragfläche bildenden gewölbten Schalen eine Vielzahl von Aktuatoren vorgesehen sind, die jeweils an beiden Enden mit einem ein- und ausfahrbaren Stempel versehen sind und wobei die freien Enden der Stempel an der Ober- bzw. der Unterschale befestigt sind. Durch die Längenveränderung der einzelnen Stempel der Aktuatoren werden Oberschale bzw. Unterschale gezielt beaufschlagt, so daß ihr Abstand voneinander an ausgewählten Stellen zwischen ihren Verbindungsrändern einstellbar ist. Allerdings tritt hierbei keine flächige Wölbung auf, sondern nur eine punktuelle, die sich jeweils in etwa kreisförmig um die Anlenkstelle eines jeden Stempels an Oberschale bzw. Unterschale erstreckt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur zu schaffen, die einfach im Aufbau ist und eine gleichmäßige Verformung der Schalenstruktur ermöglicht.

Ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs näher genannten Art erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen; vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung geht aus von der Erkenntnis, daß bei Verformung der quasi- elastisch mit den Schalen verbundenen Beulrippen in nur eine Richtung nur diejenigen Beulrippen beaufschlagt werden müssen, welche senkrecht zur gewünschten Verformungsrichtung angeordnet sind. Bei Verformungen in beide Richtungen zur Erzielung einer sphärischen Verformung, d. h. einer Wölbung, sind senkrecht zueinander verlaufende Rippen in beide Richtungen durch die Aktuatoren anzusteuern.

Die Schalenstruktur kann dabei in einzelne Felder, d. h. von vier Beulrippen begrenzte Vierecke, unterteilt sein und dabei sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung an die gewünschte Kontur angepaßt werden. Die Verformung

der Beulrippen führt dabei sowohl zu einer Streckung als auch zu einer Beugung der mit den Beulrippen versehenen Schalenstruktur, wobei sogar auch eine Streckung über die Ebene hinaus bis zu einem gewissen Grad realisierbar ist.

Um eine wirksame, rein streckende Verformung zu erreichen, sind die Beulrippen gewellt auszulegen. Wird hingegen eine rein beugende Verformung erwünscht, so sind die Beulrippen der Ausgangsstruktur gerade auszuführen. Um Bewegungen in beide Richtungen zu ermöglichen, sind die Beulrippen ebenfalls gewellt auszuführen.

Bei einer angestrebten rein streckenden Verformung sind vorteilhafterweise Verstärkungen zur Krafteinleitung in die Beulrippen als Druckelemente vorzusehen, wohingegen bei beugender Verformung Zugelemente als Verstärkungen vorgesehen werden.

Durch die Gestaltung und Platzierung der als Krafteinleitungselemente dienenden Aktuatoren sowie durch die Abstandswahl zwischen den Aktuatoren sind unterschiedliche Krümmungsgrade realisierbar. Weiterhin kann eine Variation der Krümmungsform, beispielsweise eine sphärische Verformung, durch variable Aktuatoransteuerung erreicht werden.

Durch unterschiedliche Ausgestaltung der Beulrippen, beispielsweise durch eine gezielte Steifigkeitserhöhung bzw. Steifigkeitsreduzierung und Variation der Krafteinleitungspunkte an den Anlenkstellen der Stempel, kann ein angepaßtes Übersetzungsverhältnis zwischen Aktuatorbewegung und Schalenbewegung erzielt werden. Als Folge unterschiedlicher Beulrippenhöhen läßt sich ebenfalls die Steifigkeit variieren.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es nicht nur möglich, eine Verformung einer gegebenen Schalenstruktur zu erzielen, sondern auch durch gezielte Aktuatorsteuerung eine unerwünschte Verformung der Schalenstruktur z. B. bei erhöhter Belastung auszugleichen, d. h. rückgängig zu machen oder gar nicht erst auftreten zu lassen. Eine mögliche Anwendung hierfür ist die Schwingungsdämpfung.

Die Beulrippen können entweder steife Platten mit diskreten Gelenken, halbsteife Platten mit virtuellen Biege gelenken oder steife Platten mit elastischen Zwischenplatten mit gleichmäßiger Biegung sein.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in der vorteilhafte Ausführungsbeispiele dargestellt sind.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil einer Schalungsstruktur mit Beulrippen; Fig. 2a und 2b das Prinzip der Schalenverformung;

Fig. 3a und 3b den Zusammenhang zwischen Beulrippenauslenkung und Schalenverformung;

Fig. 4 eine Beulrippenverformung zur Beugung und Streckung der Schale;

Fig. 5 eine Beulrippenverformung bei überstreckter Struktur;

Fig. 6a, 6b und 6c das Prinzip der Formstabilität durch Einwirkung von Aktuatoren;

Fig. 7a, 7b und 7c prinzipielle Möglichkeit zur Anbindung der Beulrippen an die Schale;

Fig. 8 einen Teil einer adaptiven Tragfläche;

Fig. 9 eine vergrößerte Darstellung einer adaptiven Flügelbeplankung;

Fig. 10 die durch die erfindungsgemäße Vorrichtung verformte Schale;

Fig. 11 eine mögliche Art der Krafteinleitung in eine Beulrippe;

Fig. 12 bis 20 verschiedene schematische Draufsichten auf die Anordnungen von Beulrippen und Aktuatoren zur Erzielung einer adaptiven Tragfläche.

In den Figuren, in denen gleiche Teile mit gleichen Be-

zugszeichen versehen sind, bedeutet 1 eine Schale der zu verformenden Schalenstruktur, beispielsweise die Oberschale oder Unterschale einer Tragfläche eines Flugzeugs. Mit 2 sind Beulrippen bezeichnet, die in geeigneter Form über eine ihrer Längskanten mit der Schale verbunden sind und sowohl zur Versteifung der Schale dienen, als auch erfindungsgemäß zur Verformung.

In Fig. 2a und 2b ist das Prinzip der Schalenverformung durch Auslenkung der Beulrippen 2 dargestellt, wobei mit dem geraden Pfeil in Fig. 2a die Richtung der Kraftbeaufschlagung der Beulrippe und durch den gebogenen Pfeil in Fig. 2b die Verformung der Schale angedeutet ist.

Fig. 3a und 3b zeigen den Zusammenhang zwischen der Auslenkung der Beulrippe 2 durch Beaufschlagung mit einer Kraft z. B. durch einen Aktuator in Richtung des geraden Pfeiles sowie die dazugehörige Verformung der Schale 1, wie es durch die gebogenen Pfeile angedeutet ist.

Fig. 4 zeigt eine Verformung der Beulrippe 2 in Richtung des geraden Pfeiles und die dazugehörige Beugung und Streckung der Schale 1, wie es durch den gebogenen Pfeil angedeutet ist.

Fig. 5 zeigt eine mögliche Verformung der Beulrippe 2 bei einer überstreckten Schale 1.

Statt einer Verformung kann durch eine gezielte Ansteuerung der einzelnen Aktuatoren auch eine Verformung der Schalenstruktur bei erhöhter Belastung vermieden werden, wie es an den Fig. 6a, 6b und 6c angedeutet ist. Dies eignet sich insbesondere für eine durch Schwingungen hervorgerufene unerwünschte Verformung. Dabei bedeutet in den Figuren Fakt die vom Aktuator ausgeübte Kraft zum Ausgleich der unerwünschten Verformung F.

Fig. 7a, 7b und 7c zeigen prinzipielle Möglichkeiten der Anbindung einer Beulrippe 2 an eine Schale 1. Gemäß Fig. 7a kann dieses über ein Längsgelenk 8 erfolgen, das zwischen der der Schale 1 zugewandten Längskante der Beulrippe 2 und der Schale 1 angeordnet ist. Gemäß Fig. 7b kann die Anbindung auch über ein Biegegelenk 9 erfolgen, z. B. eine entsprechende Verdünnung durch Materialabtragung im unteren Bereich der Beulrippe 2. Gemäß Fig. 7c erfolgt die Anbindung der Beulrippe 2 über ein Bauteil 10 mit höherer Elastizität als die Beulrippe 2, welches zwischen Beulrippe und Schale 1 angeordnet wird.

Fig. 8 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer adaptiven Flügelhinterkante, bestehend aus einer Vielzahl von in Längsrichtung hintereinander angeordneten gewellten Beulrippen 2, die über eine der Anbindungsmöglichkeiten gemäß Fig. 7a bis 7c an den beiden sich gegenüberliegenden Schalen 1, 1' einer Tragfläche angeordnet sind. Mit dem Doppelpfeil S ist dabei die Spannweitenrichtung bezeichnet und mit dem Doppelpfeil P die Profiltiefenrichtung der Tragfläche. Man erkennt, daß zwischen jeweils zwei sich gegenüberliegenden Beulrippen 2 Aktuatoren 3 angeordnet sind, die jeweils mit zwei sich gegenüberliegenden ein- und ausfahrbaren Stempeln 7 (siehe auch Fig. 9 und 10) versehen sind.

Fig. 11 zeigt die prinzipielle Krafteinleitung an den Anlenkstellen 4 der einzelnen Stempel 7 an die Beulrippen 2. Eine strukturgerechte Krafteinleitung kann durch die Anordnung von Kunststoffasern 5 erfolgen, die ausgehend vom Anlenkpunkt 4 für die Krafteinleitung in die Beulrippe 2 sorgen und die entweder in die Beulrippe eingebettet sind oder die auf ihrer Oberfläche angeordnet und fest mit der Beulrippe 2 verbunden sind. Mit 6 sind dabei noch übliche, der Verstärkung dienende Stringer bezeichnet.

Fig. 9 zeigt in einer vergrößerten Darstellung einen Teil einer adaptiven Tragfläche für ein Flugzeug, wobei deutlich sichtbar wird, daß die Beulrippen 2, von denen mehrere in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind, derart gewählt sind, daß die Längsachsen der Wellenberge und der

Wellentäler senkrecht zur Ebene der (hier unverformten) Schale 1 verlaufen. Die Aktuatoren 3 sind dabei derart angeordnet, daß sich ihre gegenüberliegenden Stempel 7 jeweils auf zwei gegenüberliegenden Wellentälern bzw. Wellenbergen der Beulrippen 2 abstützen.

Vorzugsweise bestehen die Beulrippen aus faserverstärktem Kunststoff, wobei hierbei die gewünschte Wölbung der Schale 1 durch wellenförmiges Auslenken der Beulrippen erfolgt. Dabei sind die Stringer 6 vorzugsweise an den Nulldurchgängen der Wellen plaziert. Sie dienen an dieser Stelle nicht nur zur Aussteifung der Flügelstruktur in Spannweitenrichtung, sondern auch als Führung für den sogenannten Wellenschlag des Beulrippenbogens und bieten damit einen Schutz vor Ausknicken.

Fig. 10 zeigt nun die durch Betätigung der Aktuatoren, d. h. Beaufschlagung der Beulrippen 2 erzielte Verformung der Schale 1.

Die Auslenkung der einzelnen Stege der Beulrippen erfolgt also durch die Aktuatoren 3, die in Flügel längsrichtung an den Wellentälern bzw. Wellenbergen angeordnet sind. Durch das Zusammenkoppeln von jeweils zwei Beulrippen 2 bleibt das Gesamtsystem nach außen kräftefrei.

Um eine möglichst niedrige Belastung für die Aktuatoren 3 zu erhalten, ist die Grundstruktur aus Beulrippen für die Oberschale so auszulegen, daß bei maximalem Ausschlag nach oben die mit der Oberschale verbundenen Beulrippen gestreckt (gerade) sind, wohingegen die mit der Unterschale verbundenen Beulrippen ihre höchste Welligkeit aufweisen. Die untere Schale ist dabei so auszulegen, daß für sie bei Maximalausschlag nach unten die Strecklage eintritt. Durch diesen möglichst geraden Verlauf der Beulrippen, der nur die Verstellwege zuläßt, die zur erwünschten Verformung nötig ist, werden die Verstell- bzw. Haltekräfte, die durch die Aktuatoren aufzubringen sind, gering gehalten. Eine weitere Verformung ist durch die Strecklage der Beulrippen begrenzt.

Als mögliche Aktuatoren können z. B. Hydraulikzylinder, SMA-Aktuatoren oder Spindelantriebe verwendet werden.

Bei der Anordnung der Aktuatoren ist darauf zu achten, daß sich beide zu einer Einheit zusammengefaßten Beulrippen gleichmäßig verformen.

Durch ein Gestänge oder dgl. läßt sich die Anzahl der nötigen Aktuatoren verringern. Die in den Fig. 12 bis 20 eingezeichneten Aktuatoren zeigen insbesondere die Stellen an, an denen Kräfte in die Beulrippen eingeleitet werden müssen. Zum Ausgleich der Aktuatorkräfte kann bei Bedarf zwischen jeweils zwei Beulrippen ein weiterer Stringerbau teil vorgesehen werden.

In den Fig. 12 bis 20 sind verschiedene schematische Darstellungen von möglichen Anordnungen von Beulrippen 2, Aktuatoren 3, Stringern 6 vor bzw. nach einer erwünschten Verformung dargestellt und zwar in Draufsicht.

Es können also mehrere parallele Reihen von Beulrippenpaaren vorgesehen werden, wobei jeweils zwischen zwei sich gegenüberliegenden geraden oder gewellten Beulrippen ein Aktuator 3 mit zwei sich gegenüberliegenden ein- und ausfahrbaren Stempeln vorgesehen wird, um eine erwünschte sphärische Verformung der Schale 1 zu erzielen.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird der Vorteil erzielt, daß sich die Aktuatoren ausschließlich in Spannweitenrichtung erstrecken, so daß ein großer Einbauraum je Aktuator zur Verfügung steht, der durch den Abstand zweier sich gegenüberliegender Beulrippen begrenzt wird. Die Beibehaltung einer in sich stabilen Flügelstruktur mit Beulrippenbögen und Stringern wird dabei ermöglicht.

Die Vorrichtung läßt sich von vornherein auf die Verwendung von faserverstärkten Kunststoffen auslegen. Diese fa-

serverstärkten Kunststoffe erlauben durch ihre Ermüdungsfreiheit die im Betrieb auftretenden häufigen Verformungen problemlos auszuhalten.

Durch die kleinen erforderlichen Verformungen der Beulrippen ergeben sich nur kleine Winkel. Die auftretenden Außenkräfte werden so zum Großteil durch die Schalenstruktur und nicht durch die Aktuatoren aufgenommen.

Durch die Winkelverhältnisse in der Schalenstruktur und die Krafteinleitung senkrecht zur Verformung sind nur geringe Aktuatorkräfte erforderlich. Ferner weist die erfindungsgemäße Vorrichtung wenige Verschleißteile auf.

Durch differenzierte Aktuatoransteuerung ist sowohl eine kontinuierliche als auch eine diskontinuierliche Verwölbung erzielbar; bei Aktuatorausfall bleibt eine Reststeifigkeit der Schalenstruktur erhalten. Ferner geht die Schalenstruktur selbsttätig in die Kraft potentiell günstigste Form, d. h. in ihre Ausgangsposition zurück.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beulrippen (2) über Bauteile höherer Elastizität (10) mit der Schale (1) verbunden sind.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gesteuerten Verformung einer Schalenstruktur, insbesondere einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei die Schalenstruktur aus zwei im Abstand voneinander angeordneten, an ihrer Längsseite fest miteinander verbundenen Schalen besteht, deren jede auf ihrer der anderen Seite zugewandten Seite mit einer Vielzahl von Beulrippen versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beulrippen (2) über ihre gesamte Länge über elastische Bauteile (8, 9, 10) mit der Schale (1) verbunden sind, und daß zwischen je zwei parallel zueinander angeordneten Beulrippen ein Aktuator (3) angeordnet ist, der mit zwei sich gegenüberliegenden ein- und ausfahrbaren Stempeln (7) versehen ist, welche mit den zugehörigen Beulrippen verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beulrippen derart gewellt sind, daß die Längsachsen der Wellenberge und Wellentäler senkrecht zur Schale verlaufen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (3) derart angeordnet ist, daß er zwei gegenüberliegende Wellentäler bzw. zwei gegenüberliegende Wellenberge miteinander verbindet.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Beulrippen in ihrer Längsebene hintereinander angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beulrippen an den Anlenkstellen (4) der Aktuatorstempel (7) verstärkt sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungen (4) aus in die Beulrippen eingebetteten Kunststoffasern bestehen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungen aus auf die Oberfläche der Beulrippen angebrachten, mit ihnen fest verbundenen Kunststoffasern bestehen.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beulrippen (2) über ein Längsgelenk (8) mit der Schale (1) verbunden sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beulrippen (2) über einen Wandteil verringerter Wandstärke und damit höherer Elastizität mit der Schale (1) verbunden sind.

Fig. 1

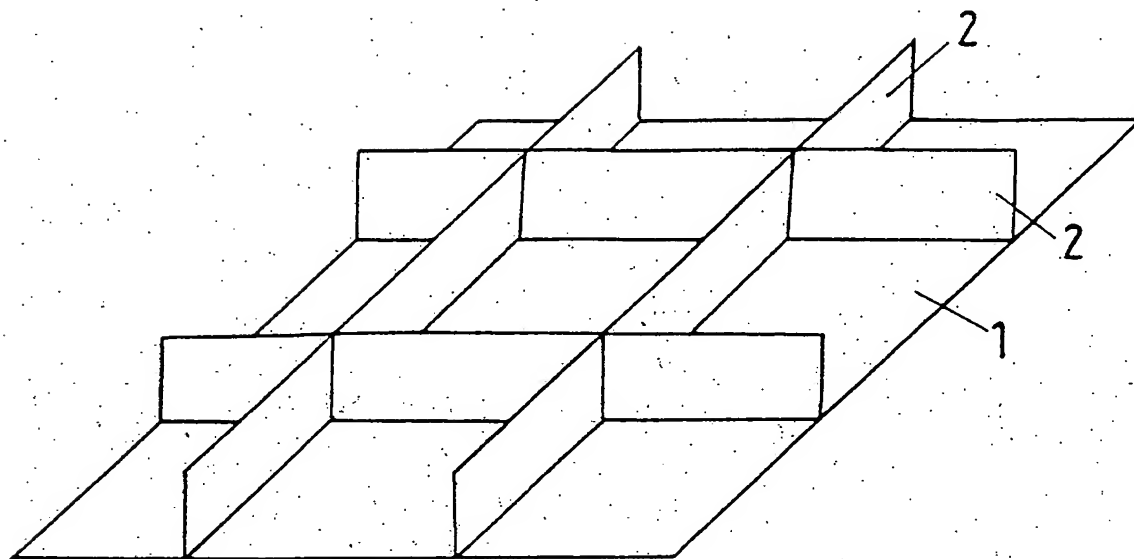


Fig. 2a

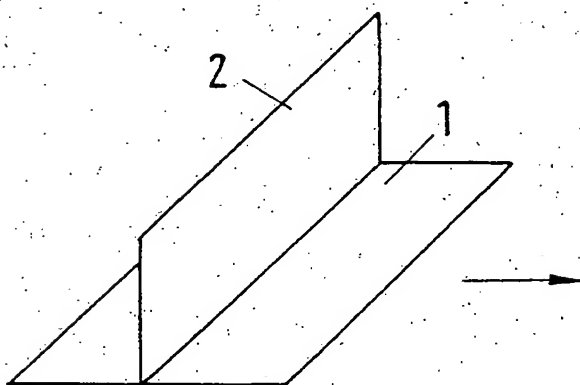


Fig. 2b

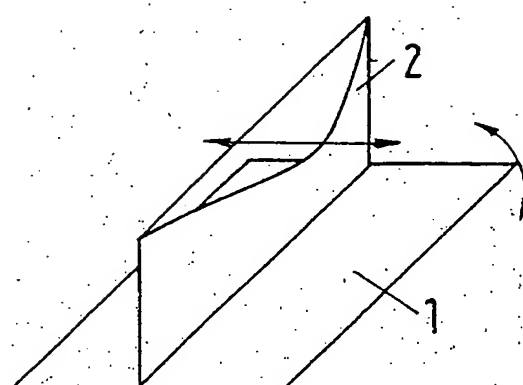


Fig. 3a

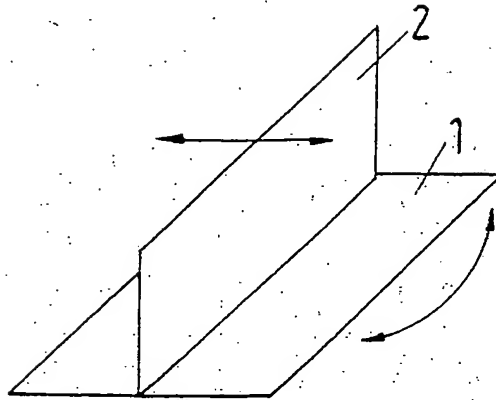


Fig. 3b

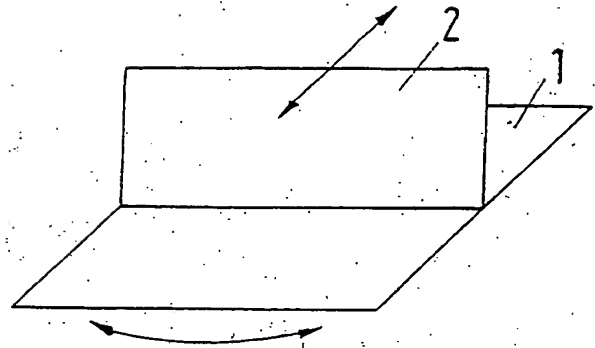


Fig. 4

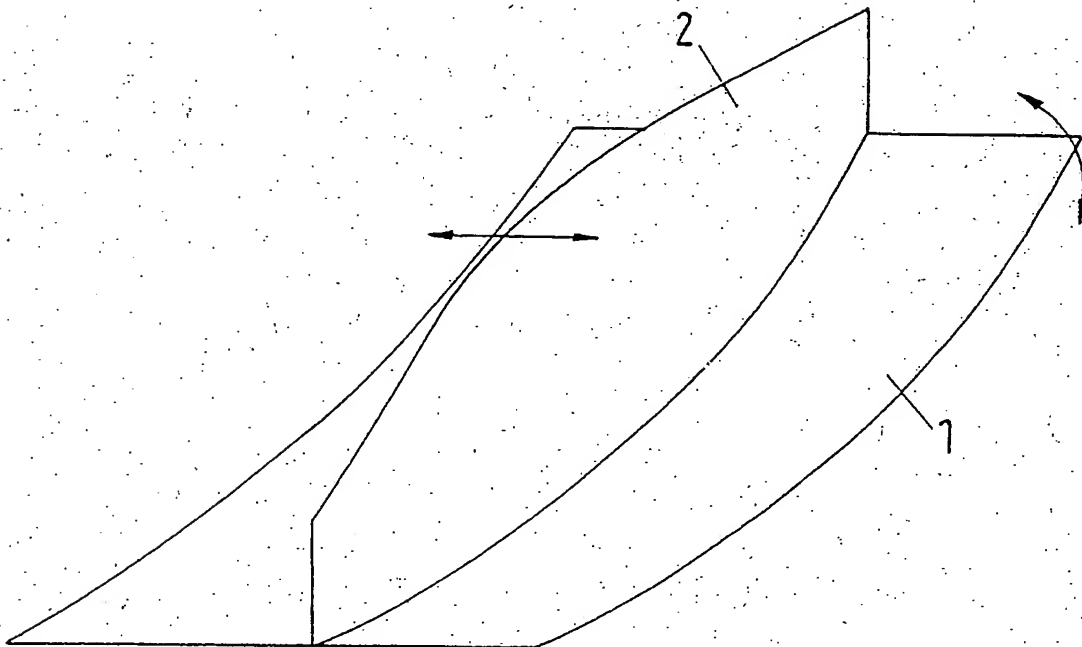


Fig. 5

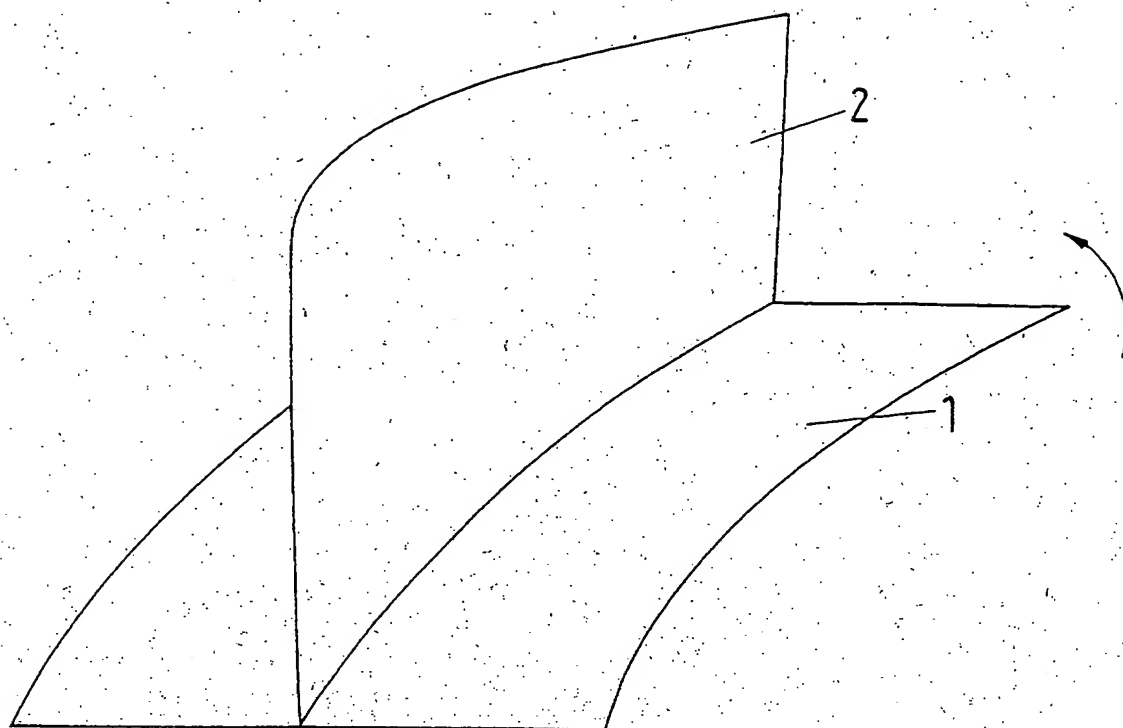


Fig. 6a

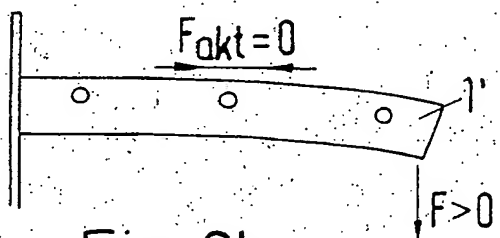
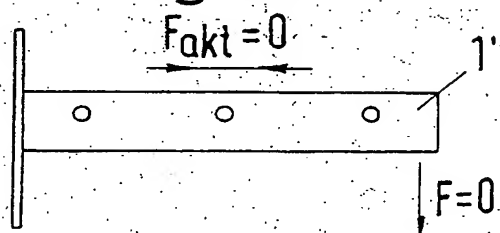
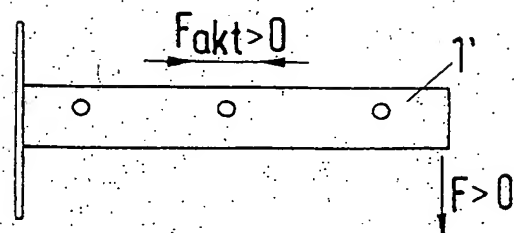


Fig. 6b

Fig. 6c



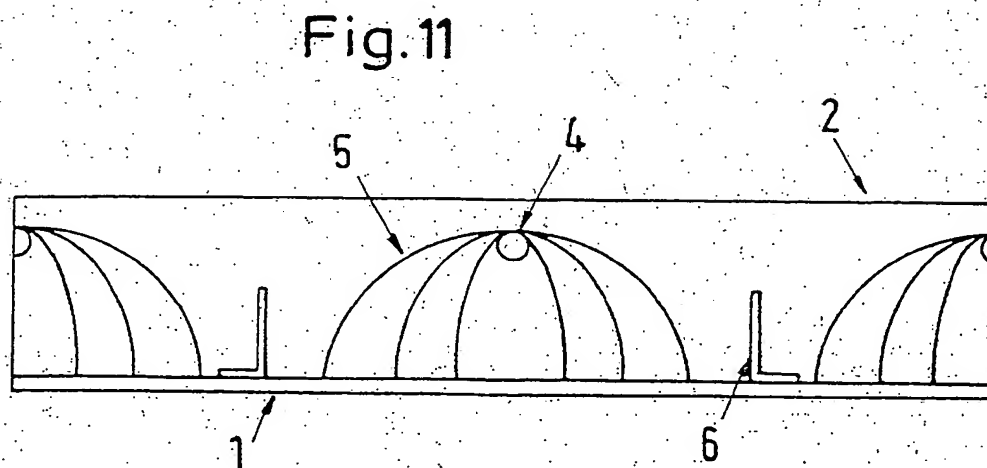
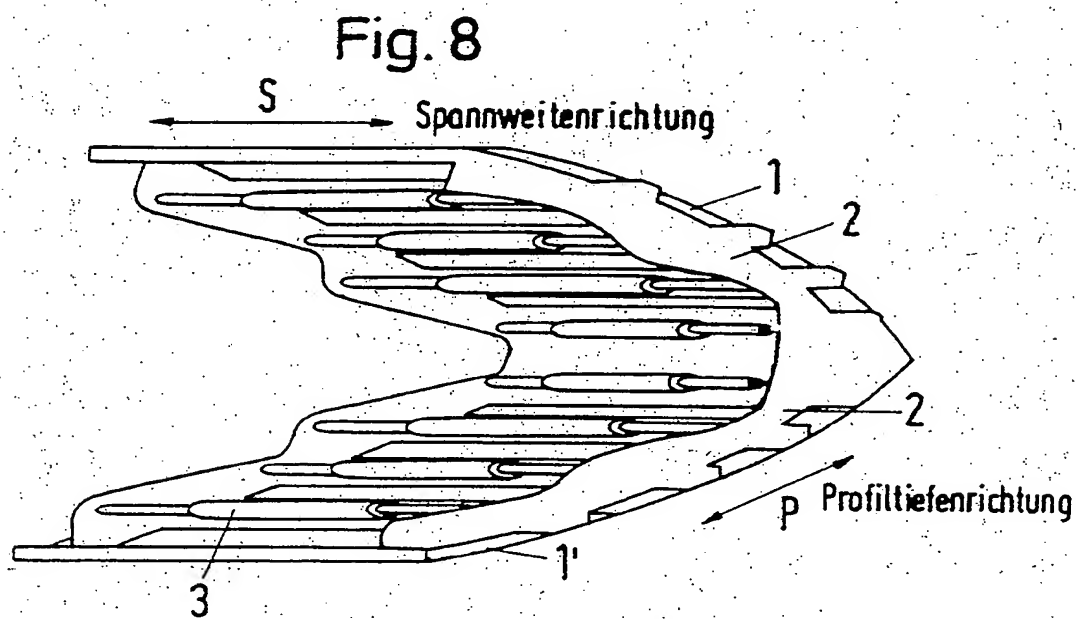
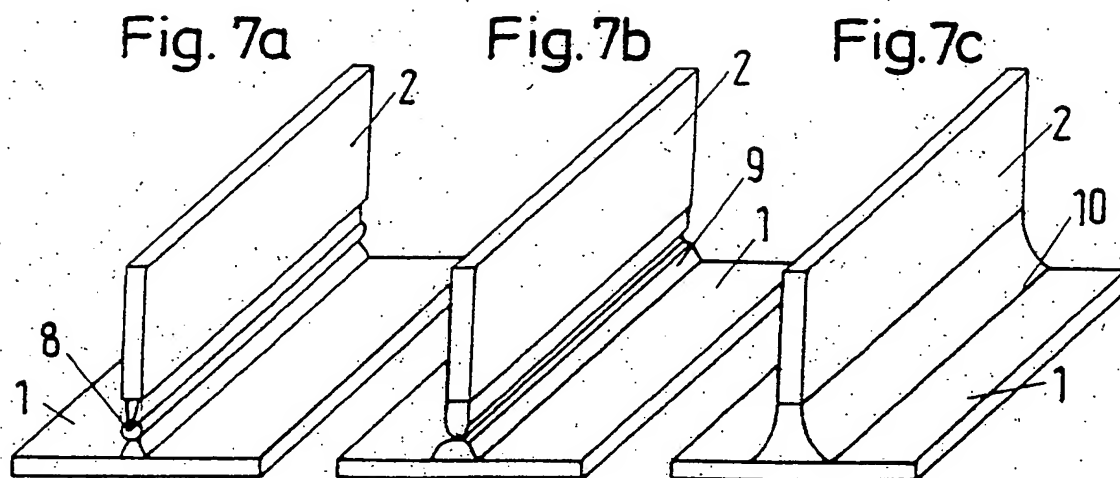


Fig.9

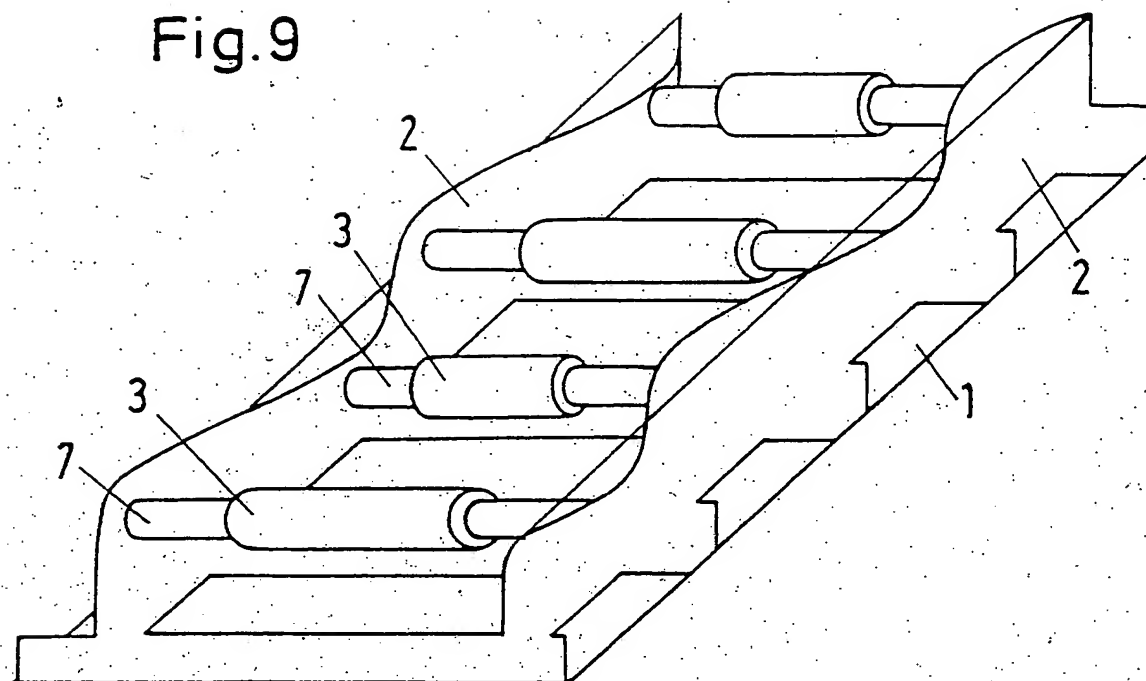


Fig.10

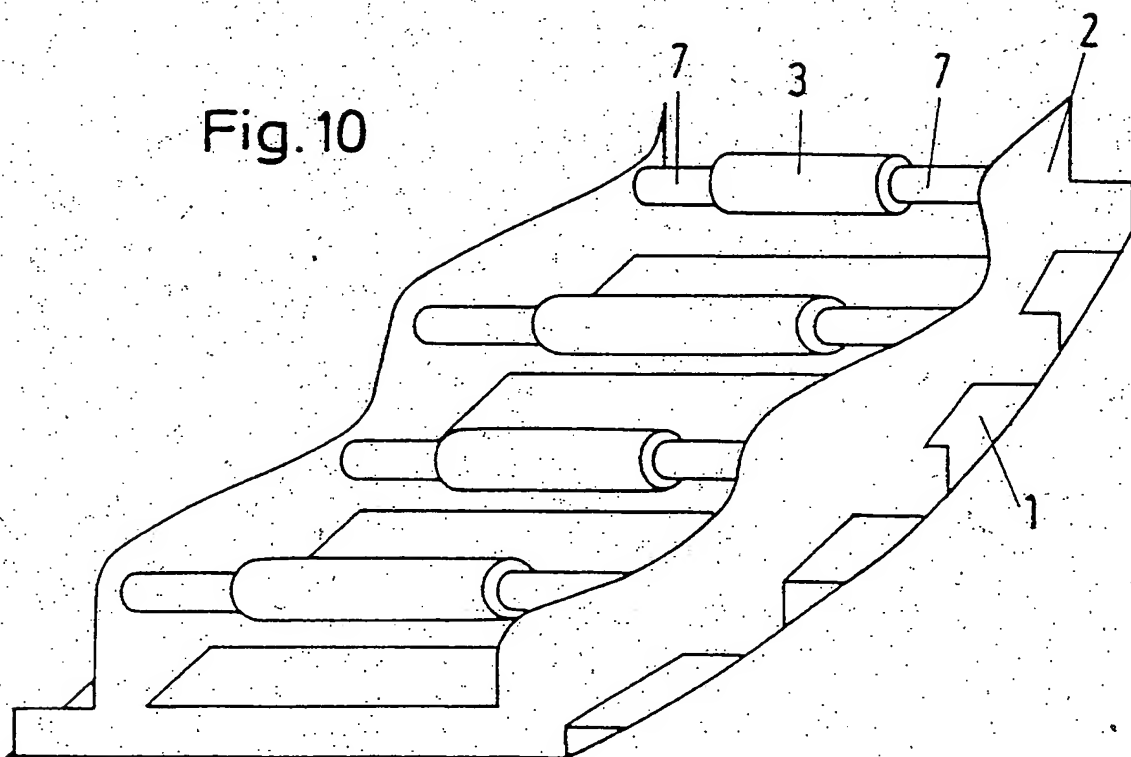


Fig. 12

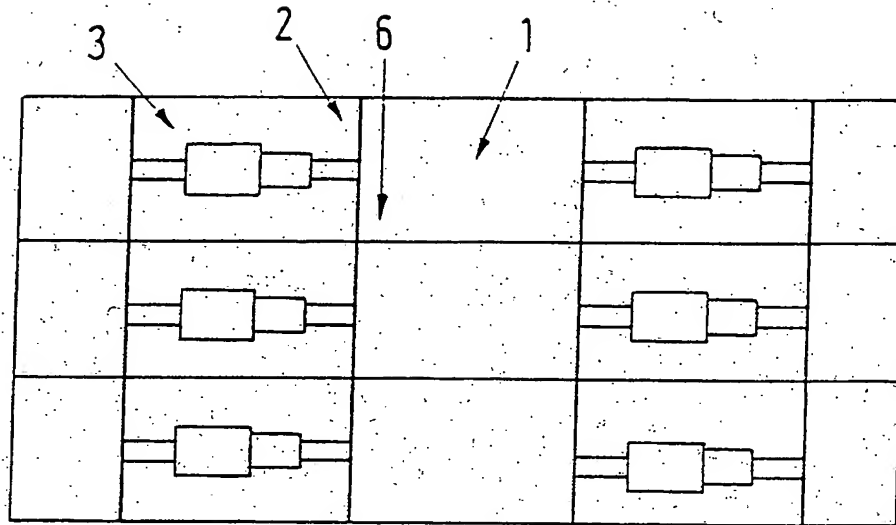


Fig. 13

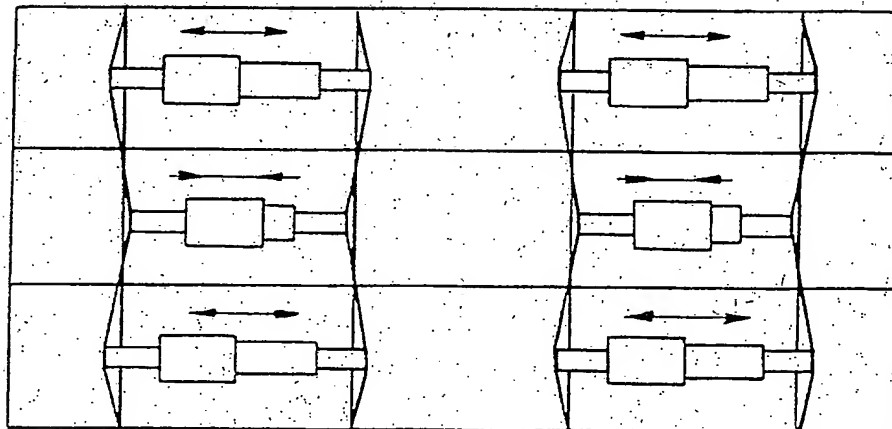


Fig. 14

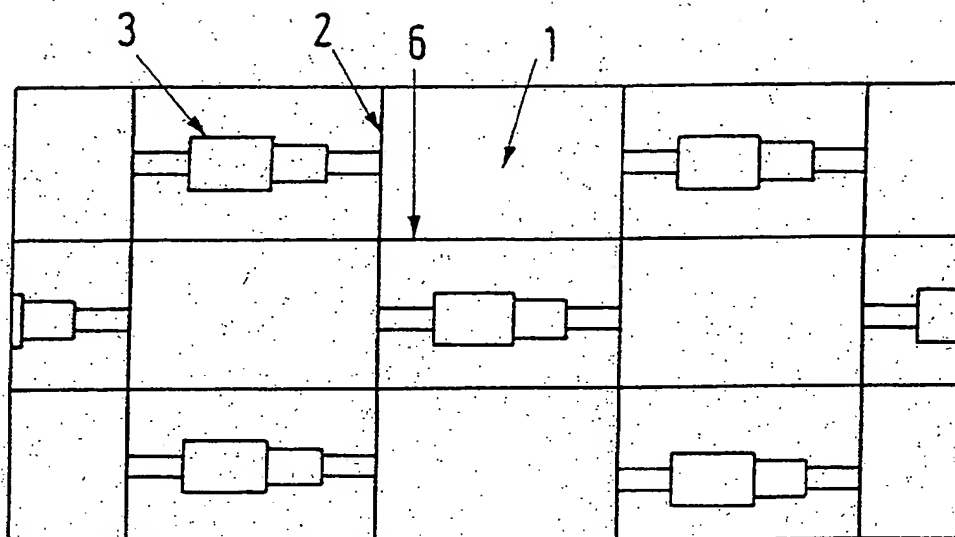


Fig. 15

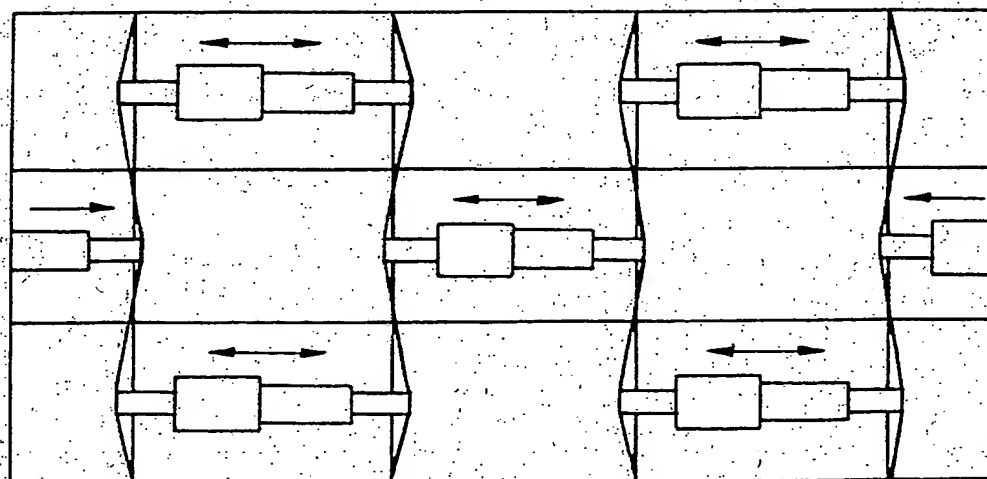


Fig. 16

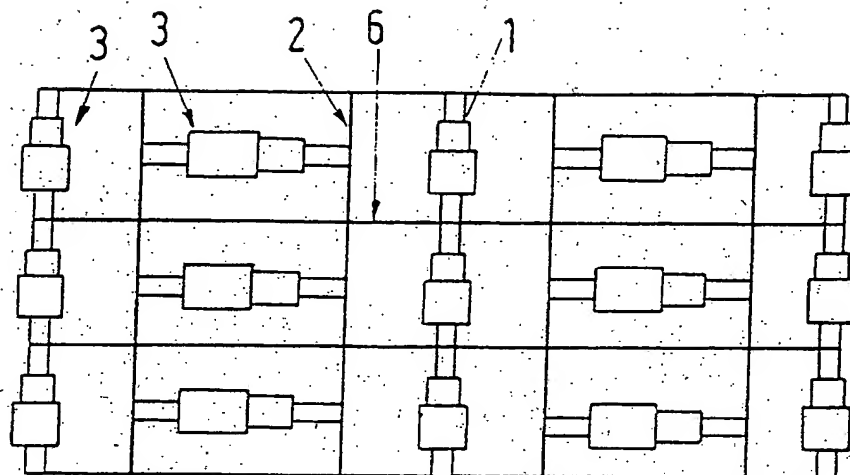


Fig. 17

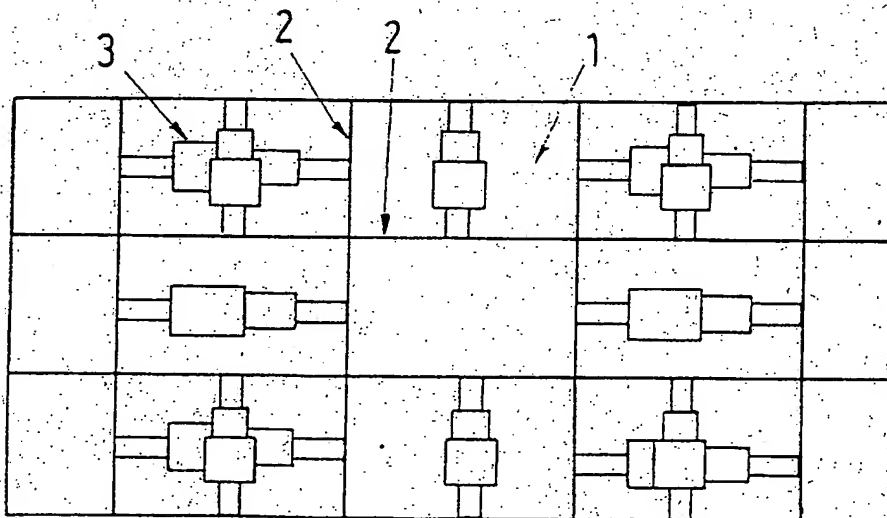


Fig. 18

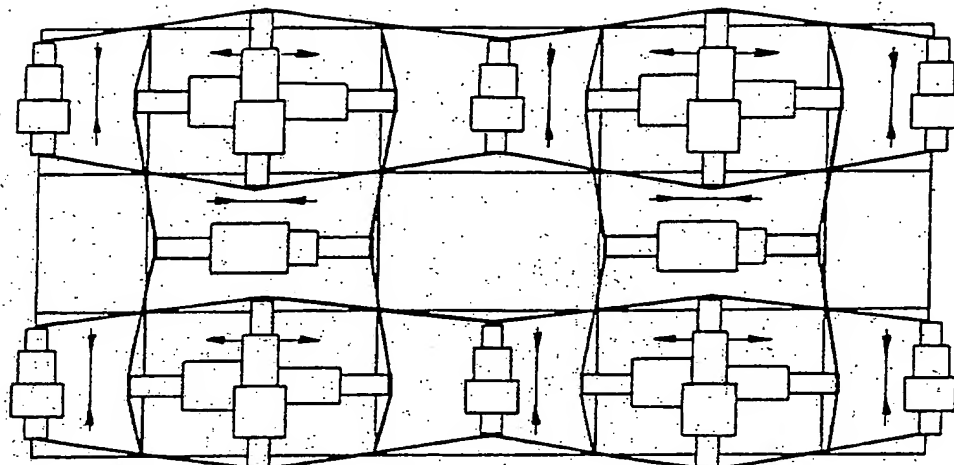


Fig. 19

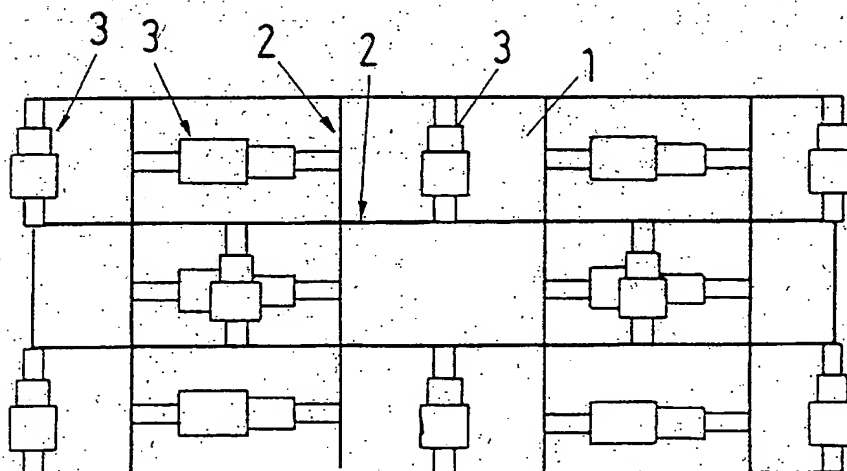
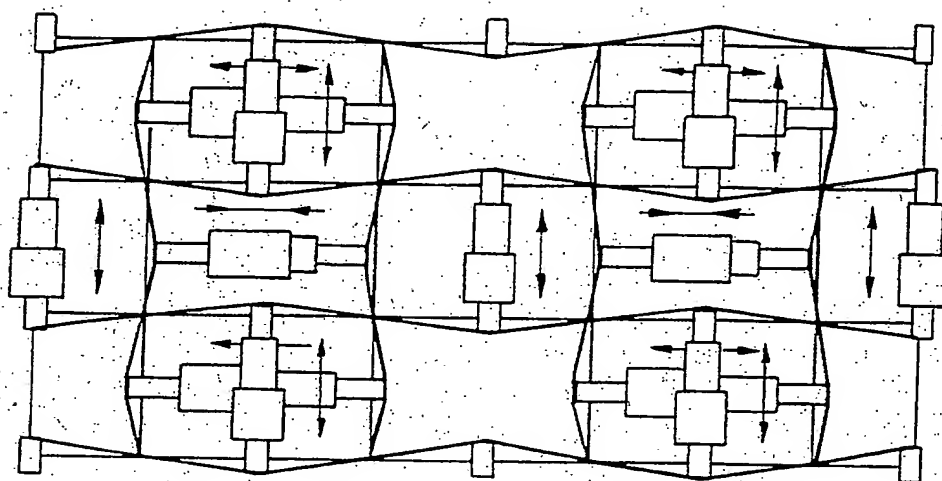


Fig. 20



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.